



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 38 611 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 08 G 1/16**  
B 60 T 7/12  
B 60 T 8/32  
B 60 T 8/86

⑲ Aktenzeichen: 197 38 611.3  
⑳ Anmeldetag: 4. 9. 97  
㉔ Offenlegungstag: 21. 1. 99

DE 197 38 611 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:  
197 30 676. 4 17. 07. 97  
⑦① Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

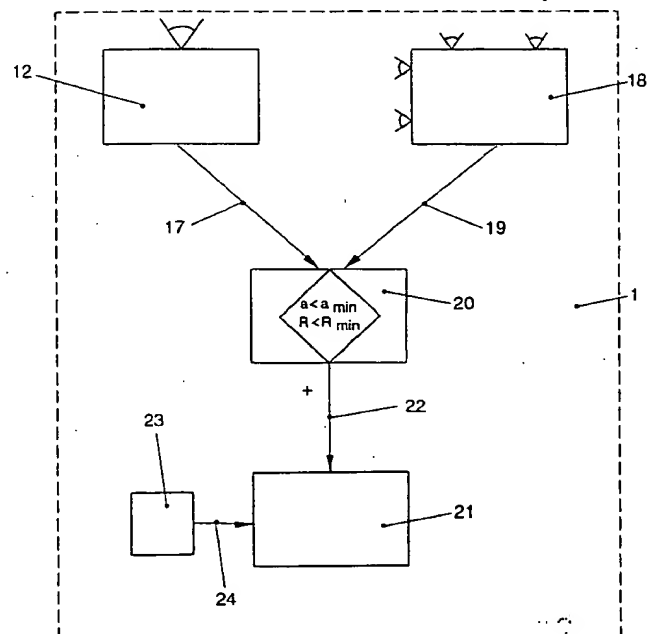
⑦② Erfinder:  
Mai, Rudolf, 38442 Wolfsburg, DE; Bergholz, Ralf,  
Dr.rer.nat., 38108 Braunschweig, DE; Lissel, Ernst,  
38442 Wolfsburg, DE; Meel, Franciscus van, 85113  
Böhmfeld, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤④ Automatische Notbremsfunktion

⑤⑦ Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Notbremsung eines Fahrzeuges (1) vorgeschlagen, bei dem ein an dem Fahrzeug (1) vorgesehenes Erfassungssystem (12) laufend in oder nahe der Bewegungsrichtung (16) des Fahrzeuges (1) befindliche Hindernisse (2, 3) erfaßt und an eine Auswerteeinheit (20) weitermeldet, an dem Fahrzeug (1) oder einzelnen seiner Baugruppen angeordnete Sensoren (18) charakteristische Meßgrößen (19) des Fahrzeugzustandes laufend an die Auswerteeinheit (20) weitermelden, die Auswerteeinheit (20) aus den weitergemeldeten Daten (17) über die Hindernisse (2, 3) und den Meßgrößen (19) des Fahrzeugzustandes laufend Sollwerte zur Beeinflussung der Fahrzeugbewegung ermittelt, wobei erst bei Erreichen einer durch die Auswerteeinheit (20) festgestellten, fahrphysikalisch durch keine Fahrzeugbeeinflussung mittels Lenken und/oder Bremsen mehr zu umgehenden Kollision des Fahrzeuges (1) mit einem Hindernis (2, 3) eine automatische Notbremsung durch schnelle Verzögerung des Fahrzeuges (1) ausgelöst wird.



DE 197 38 611 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung für eine Notbremsfunktion eines Fahrzeuges gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 bzw. 13.

Zur Erhöhung der Sicherheit für Fahrzeug und Lenker im heutigen Straßenverkehr wird neben dem Einsatz von fahrzeugübergreifenden Verkehrsleitsystemen zunehmend versucht, den Fahrer bei Routinetätigkeiten sowie in außergewöhnlichen Fahrsituationen mit Hilfe von Systemen zu unterstützen, die automatisch in die Steuerung des Fahrzeuges oder einzelner Fahrzeugkomponenten eingreifen.

Ein erster Schritt hierzu war der Einsatz von Antiblockiersystemen (ABS) und Antriebsschlupfregelungen (ASR) zur Erhöhung der Stabilität des Fahrzeuges in längsdynamisch kritischen Situationen, d. h. bei Brems- und Beschleunigungsvorgängen.

Des weiteren finden sog. Fahrdynamikregelungen (FDR) bzw. Fahrstabilitätsregelungen (FSR) Einsatz zur Erhöhung der Fahrstabilität in querdynamisch kritischen Situationen, also insbesondere in Fahrsituationen, die durch einen Lenkradeinschlag des Fahrers hervorgerufen und beeinflusst werden. FDR werten Sensorinformationen aus, die an einzelnen Komponenten oder dem Gesamtfahrzeug durch geeignete Sensoren abgenommen werden und korrelieren diese anhand spezieller Auswertelgorithmen. Hierdurch wird es möglich, querdynamisch kritische Situationen zu erkennen und durch gezielte Beeinflussung einzelner Parameter der Fahrdynamik, z. B. Lenkradwinkel, Fahrgeschwindigkeiten und -beschleunigungen, das Fahrzeug positiv in bezug auf die querdynamisch kritische Situation zu beeinflussen. Hierbei spielt insbesondere auch die Reibungssituation zwischen Fahrzeugreifen und Fahrbahn eine wichtige Rolle, da hiervon die Kraftübertragung zwischen Fahrzeug und Fahrbahn aufgrund von Regeleingriffen direkt abhängt. FDR arbeiten aber sozusagen blind in Bezug auf die Umgebung des Fahrzeuges, die sich beispielsweise aus der Straßenumgebung und aufgrund anderer in der Nähe befindlicher, sich bewegender Fahrzeuge ergibt. Somit können FDR allein nicht dazu herangezogen werden, fahrphysikalisch sinnvolle Eingriffe in die Fahrzeugbewegung daraufhin zu untersuchen, ob mit den Eingriffen auch sinnvolle Fahrbewegungen in bezug auf in der Nähe befindliche, sich bewegende Fahrzeuge oder die Fahrbahnumgebung hervorgerufen werden.

Es sind andererseits Systeme vorgeschlagen worden, die durch gezieltes Beschleunigen bzw. Verzögern und/oder durch Ausweichmanöver eine Kollision des Fahrzeuges mit einem Hindernis verhindern sollen. Derartige, als Collision Avoidance Systems (CAS) bezeichnete Systeme sollen das Fahrzeug aus mittels Sensoren erkannten Kollisionssituationen dadurch herausführen, daß durch eine vom Fahrer entkoppelte Lenkung und damit unabhängig vom Fahrer auszuführende Lenkbewegungen sowie ebenfalls fahrerunabhängig gesteuerte Beschleunigungen bzw. Verzögerungen des Fahrzeuges eine Kollision vermieden wird. In der EP 0 582 236 wird ein neuronales Netzwerk vorgeschlagen, das mittels Auswertung von laufend per CCD-Kamera aufgenommenen Umgebungsbilder die Umgebung auf mögliche Kollisionen auswertet und anhand zusätzlicher Signale des Fahrzustandes des Fahrzeuges eine Beeinflussung von Fahrzeuggeschwindigkeit und Lenkbewegung vornimmt. Eine andere Lösung schlägt die DE 43 02 527 vor, bei der durch Segmentierung des zu überwachenden Straßenbereiches unter Einbeziehung von Zustandsinformationen des Fahrzeuges Regeln abgeleitet werden, wie durch Brems- und Lenkoperationen einem erkannten Hindernis ausgewichen werden kann. Hauptproblem dieser vorgeschlagenen

Systeme ist die Komplexität von CAS, die nur mittels einer stark ausgebauten Sensorik im Fahrzeug sowie Regelungsstrategien sicher funktionieren können, die z. B. auch das Wissen über freie Fluchtwege in einer vorgegebenen Fahrsituation benötigen. Da zu generierende Ausweich- und Beschleunigungsstrategien nur mit einem Höchstmaß an plausibler Absicherung der Reaktion ohne ein zusätzliches Sicherheitsrisiko für Fahrer und Fahrzeug ausführbar sind, übersteigt die Komplexität von Aufwand und Zuverlässigkeit die Grenzen, die von der Automobiltechnik derzeit geleistet werden können.

Aufgrund der Komplexität von CAS und den Schwierigkeiten bei der Realisierung wurde eine Reihe von Einzelsystemen vorgeschlagen, mit denen einzelne Funktionen von CAS realisiert werden können. Aus einer Reihe von Veröffentlichungen (z. B. DE 42 18 484 A1, DE 43 28 304 A1) sind Abstandserfassungssysteme (ADR = Automatische Distanzregelung) bekannt, mit denen der Abstand eines Fahrzeuges von anderen Fahrzeugen und/oder festen Gegenständen in Fahrtrichtung erfaßt und hinsichtlich eines notwendigen Bremsverhaltens beeinflußt werden kann. Aus der EP 0 545 437 A2 ist ein Verfahren zur Vermeidung von Kollisionen von Kraftfahrzeugen bekannt, mit dem in Fahrtrichtung beabstandete Fahrzeuge erfaßbar sind und mittels Warnmeldungen der Fahrer bei unzulässigen Annäherungen gewarnt wird. Der Fahrer hat dann aufgrund des noch nicht erreichten Abstandsminimums Gelegenheit, selbst entsprechende Bremsvorgänge einzuleiten. Bei Unterschreiten eines minimal zulässigen Abstandes wird dann das Fahrzeug automatisch so abgebremst, daß sich der geforderte Abstand wieder einstellt. In der GB 2 262 829 wird insbesondere das Bewegungsverhalten der beteiligten Fahrzeuge in die Verzögerungsstrategie einbezogen, um nicht unnötige oder sogar gefährliche Abbremsungen herbeizuführen. Nachteilig an derartigen Systemen ist es, daß die Warnung vor einer Kollision bzw. die Korrektur der Bewegung des Fahrzeuges ständig und weitgehend ohne Beeinflussungsmöglichkeit durch den Fahrer erfolgt. Aufgrund der notwendigen Absicherung der Regelalgorithmen erfolgt eine Aktion der Systeme schon sehr frühzeitig, um die Reaktion, z. B. das Abbremsen des Fahrzeuges, nicht zu abrupt ausführen zu müssen. Hierdurch spricht das System auch schon in Situationen an, die von einem mehr oder minder geübten Fahrer ohne Probleme noch selbst gemeistert worden wären. Der Fahrer empfindet die ständigen und aus seiner Sicht nur in einer geringen Anzahl von Fällen tatsächlich notwendigen Eingriffe als Bevormundung, wodurch die Akzeptanz derartiger Systeme nur gering sein kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Art so weiterzubilden, die dem Fahrer ein Höchstmaß an Entscheidungssouveränität beim Ausweichen gegenüber Hindernissen ermöglichen, ohne im Falle einer tatsächlichen Kollisionssituation auf die Vorteile eines den Fahrer unterstützen Systems zur Kollisionsbegrenzung zu verzichten.

Die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe ergibt sich in Zusammenwirken mit den Merkmalen des Oberbegriffes aus den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 bzw. 13. Die Unteransprüche beschreiben bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Es hat sich bei der Auswertung von Unfallstatistiken gezeigt, daß ein großer Teil aller Unfälle mit Kollisionen zwischen Fahrzeugen und/oder der Straßenumgebung durch menschliches Versagen, aufgrund sog. Fahraufgabensfehler und durch den physiologischen Fahrerzustand bedingt wird. In diesen Fällen ist der Fahrer nur begrenzt in der Lage, durch gezielte Aktionen die Kollision zu verhindern. Dar-

über hinaus ist festzustellen, daß bei einer ebenfalls sehr hohen Prozentzahl von Kollisionsunfällen nur leicht oder sogar gar nicht gebremst wurde. Gleichzeitig ist bei einer ähnlich hohen Anzahl von Kollisionsunfällen festzustellen, daß die Unfallfolgen durch Verringerung der Fahrzeuggeschwindigkeit im Zeitpunkt des Aufpralls signifikant zu verringern wäre.

Das erfindungsgemäße Verfahren geht daher von dem Grundgedanken aus, daß aufgrund der Komplexität möglicher Kollisionssituationen der Fahrer des Fahrzeuges so lange wie möglich die Gelegenheit haben soll, durch von ihm selbst vorzunehmende Handlungen wie Brems- und/oder Lenkoperationen die Kollision zu vermeiden. Erst wenn sich aufgrund der fahrphysikalischen Gegebenheiten, die sich aus dem Fahrzeugzustand des Fahrzeuges sowie der Kollisionskonstellation ergibt, eine Kollision eindeutig nicht mehr zu vermeiden ist, wird durch eine automatisch ausgelöste und vorzugsweise möglichst starke Verzögerung des Fahrzeuges dieses vor der Kollision so abgebremst, daß die Unfallfolgen für Fahrer und Fahrzeug dadurch minimiert werden.

Hierzu erfaßt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein an dem Fahrzeug vorgesehenes Erfassungssystem laufend in oder nahe der Bewegungsrichtung des Fahrzeuges befindliche Hindernisse und meldet diese an eine Auswerteeinheit weiter. Darüber hinaus sind an dem Fahrzeug oder einzelnen seiner Baugruppen Sensoren für charakteristische Meßgrößen des Fahrzeugzustandes bzw. des Bewegungsverhaltens des Fahrzeuges angeordnet, die ebenfalls laufend diese Meßgrößen an die Auswerteeinheit weitermelden. Die Auswerteeinheit ermittelt aus den weitergemeldeten Daten über die Hindernisse und den Meßgrößen des Fahrzeugzustandes laufend Sollwerte zur Beeinflussung der Fahrzeugbewegung. Diese Sollwerte werden jedoch nicht einfach wieder direkt für die Fahrzeugbeeinflussung benutzt, sondern daraufhin untersucht, ob auch ohne diese Sollwerte eine denkbare Kollision mit dem oder den Hindernissen noch verhindert werden kann. Ist dies der Fall, so bleiben diese Sollwerte für die Fahrzeugbeeinflussung unberücksichtigt und es bleibt dem Fahrer des Fahrzeuges die volle Entscheidungsfreiheit, wie er selbst dem Hindernis ausweichen will. Erst bei Erreichen einer durch die Auswerteeinheit festgestellten, fahrphysikalisch durch keine denkbare und sinnvolle Fahrzeugbeeinflussung mittels Lenken und/oder Bremsen mehr zu umgehenden Kollision des Fahrzeuges mit einem Hindernis wird eine automatische Notbremsung durch schnelle Verzögerung des Fahrzeuges ausgelöst. Hierdurch wird erst in Kollisionssituationen, in denen auch ein noch so geübter Fahrer durch selbstbestimmte Fahraktionen der Kollision nicht mehr ausweichen kann, dafür gesorgt, daß die Unfallfolgen durch die damit erreichbare geringere Geschwindigkeit im Kollisionszeitpunkt automatisch und ohne eventuell kontraproduktive Aktionen des Fahrers verringert werden.

In einer Weiterbildung der Erfindung wird die fahrphysikalische Grenze für ein mögliches Ausweichen vor dem Hindernis und damit die Auslösung der Notbremsfunktion für vom Fahrer vornehmbare separate Brems- oder Lenkbewegungen sowie Kombinationen hiervon bestimmt. Der Fahrer kann unterschiedlich auf eine sich abzeichnende Kollisionssituation dadurch reagieren, daß er entweder nur bremst oder nur lenkt, um dem Hindernis auszuweichen. Darüber hinaus kann er, wie dies auch in Sicherheitstrainings unterrichtet wird, durch verschiedene sinnvolle Kombinationen von Lenk- und Bremsaktionen dem Hindernis ausweichen, die zu ganz unterschiedlichem Fahrzeugverhalten und damit Fahrresultaten beim Ausweichen führen können. Vorteilhafterweise wird der Auslösezeitpunkt für die

erfindungsgemäße automatische Notbremsfunktion durch Auswertung von einigen oder allen derartigen Ausweichstrategien bestimmt, um eine Notbremsung erst dann hervorzurufen, wenn keine der denkbaren Ausweichstrategien mehr zum Erfolg führen kann.

In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zur Vermeidung einer Kollision mit dem Hindernis allein durch Bremsen der Auslösezeitpunkt für die Notbremsung, ab dem fahrphysikalisch eine Kollision nicht mehr zu umgehen ist, dadurch bestimmt, daß im Auslösezeitpunkt der notwendige Anhalteweg gerade größer ist als der Abstand zwischen Hindernis und Fahrzeug im wesentlichen in Bewegungsrichtung. Dieser Zeitpunkt läßt sich anhand von dem Fachmann vertrauten physikalischen Größen zur Bestimmung des Anhalteweges berechnen und muß hier nicht weiter erläutert werden. Dieser Anhalteweg muß dann allein mit der von der Erfassungseinrichtung festgestellten Entfernung zum Hindernis verglichen werden.

In einer anderen Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einem Umgehen des Hindernisses allein durch Lenkbewegungen bestimmt sich der Zeitpunkt, ab dem fahrphysikalisch eine Kollision nicht mehr zu umgehen ist, dadurch, daß bei dem durch die am Fahrzeug angeordneten Sensoren gemessenen Bewegungszustand des Fahrzeuges der erforderliche Ausweichradius zum Umgehen des Hindernisses kleiner als ein sich aus dem Bewegungszustand der Fahrzeuges errechnender Ausweichradius ist. Hierbei wird vorteilhafterweise die Berechnung des Ausweichradius in jeder Fahrsituation anhand des Kamm'schen Kreises vorgenommen, einer dem Fachmann vertrauten und daher hier nicht weiter erläuterten Berechnungsmethode.

Besonders vorteilhaft ist es, in die Berechnung des Fahrzeugzustandes aufgrund der am Fahrzeug angeordneten Sensoren und der von ihnen ermittelten Werte auch den laufend ermittelten Kraftbeiwert bzgl. der Kraftübertragung zwischen Reifen des Fahrzeuges und der Fahrbahn einzubeziehen, wodurch auch eine Änderung der Reibungsverhältnisse während der Bewegung des Fahrzeuges berücksichtigt wird und zur Verbesserung des Notbremsverhaltens bzw. des Auslösezeitpunktes beitragen kann. Auch kann hierdurch durch gezielte Beeinflussung der Verzögerungswerte eine maximal mögliche Geschwindigkeitsreduzierung in Abhängigkeit vom Straßenzustand erfolgen.

Zur Erzielung einer besonders großen Geschwindigkeitsreduzierung aufgrund der Notfallsituation sollte die automatische Bremsung mit maximalem Bremsdruck erfolgen, da die verbleibende Restgeschwindigkeit im Aufprallzeitpunkt direkt ein Maß für die Aufprallenergie und damit für die Belastung der Insassen darstellt. In einer Weiterbildung erfolgt die Verzögerung bis zum Stillstand des Fahrzeuges.

Es ist von besonderem Vorteil, wenn die Verzögerung nach dem Ansprechen der Notbremsfunktion unabhängig von Handlungen des Fahrers durch Lenkbewegungen und/oder Bremsen erfolgt, da eine Kollision aufgrund der strengen Ansprechbedingungen der automatischen Notbremsung sowieso nicht mehr zu vermeiden ist und eventuelle Aktionen des Fahrers einen Teil der Wirkung der Notbremse wieder zunichte machen könnten. Eine Vollbremsung mit maximaler Bremsverzögerung, ggf. unter Einschaltung von Funktionen eines Antiblockiersystems und/oder einer Fahrdynamikregelung, wird im Normalfall die deutlichste Verringerung der Unfallfolgen bewirken.

In einer Weiterbildung wird nach Erkennen eines kritischen Hindernisses und vor Auslösen der Notbremsfunktion das Erfassungssystem im wesentlichen das erkannte Kollisionshindernis erfassen, um auch schon geringere Änderungen der Kollisionssituation sicher und möglichst zeitnah zu erkennen und in die Entscheidung zum Auslösen der Not-

fallbremse einzubeziehen. Darüber hinaus können die hinsichtlich ihrer Kollisionswahrscheinlichkeit nicht so kritischen eventuellen weiteren Hindernisse dann bezüglich der Auslösung der Notbremsfunktion vernachlässigt werden, wenn eine Kollision mit dem kritischsten Hindernis schon fast nicht mehr umgangen werden kann. Die weitere Beobachtung der anderen möglichen Hindernisse benötigt hierbei nur unnötig Kapazität der Erfassungseinrichtung und der Auswerteeinrichtung.

Das Verfahren zur Notbremsung wird besonders vorteilhaft bei niedrigen bis mittleren Geschwindigkeiten des Fahrzeuges, vorzugsweise bei Geschwindigkeiten unterhalb von 120 km/h, eingesetzt, da anhand von Auswertungen von Unfalldaten bekannt ist, daß oberhalb von ca. 100–120 km/h nur noch wenige Kollisionsunfälle passieren und dabei die Unfallfolgen so schwer sind, daß ein optimales Bremsen keine wesentliche Minderung der Folgen bewirken würde.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur automatischen Notbremsung weist als Voraussetzung ein unabhängig von der Bedienung durch den Fahrer frei ansteuerbares Bremssystem auf. Dieses Bremssystem wird nach Auslösen der Notbremsung von den Aktionen des Fahrers völlig abgekoppelt, um den höchstmöglichen Geschwindigkeitsabbau automatisch erzielen zu können. Hierzu weist das Bremssystem neben hohen erzielbaren Bremswirkungen eine geringe Ansprechverzögerung auf, so daß eine Betätigung der Bremse unmittelbar eine Verzögerung bewirkt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Vorrichtung mit einem Antiblockiersystem und/oder einer elektronischen Blockiervorrichtung und/oder einer Fahrdynamikregelung kombiniert ist, da dann der Fahrzeugzustand auch während der Bremsung und bei kritischen Straßenverhältnissen besser kontrollierbar bleibt. Da derartige Systeme mittlerweile in viele Fahrzeugen serienmäßig eingebaut sind, kann die Vorrichtung zur automatischen Notfallbremsung vorteilhafterweise auch mit den bekannten Systemen verbunden oder in diese integriert werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung für die Erfassung des Bewegungszustandes des Fahrzeuges weist zumindest Sensoren für die Erfassung von Lenkwinkel, Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder Fahrzeuggierwinkel auf, um die aktuelle Fahrzeugsituation und deren Veränderungen erfassen zu können. Ggf. können auch die in Antiblockiersystemen oder Fahrdynamikregelungen enthaltenen Sensoren gleichzeitig hierzu genutzt werden.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Vorrichtung Sensoren und Auswerteeinrichtungen zur Bestimmung des Kraftbeiwertes  $\mu$  zwischen Straße und Reifen des Fahrzeuges aufweist, mit denen der jeweilige Straßenzustand erfaßt werden kann. Hieraus können dann Werte für die maximal mögliche Verzögerung gewonnen werden, die beispielsweise bei nasser oder glatter Straße auch während des Bremsvorganges ständigen Veränderungen unterliegen können.

Als Sensoren zur Erfassung der Umgebung werden vorzugsweise Radar- oder Lasersensoren eingesetzt, die dem Fachmann in ihrer Anwendung vertraut sind. Es sind aber auch alle anderen Arten von Sensoren denkbar, die eine ausreichende Vorausschau über den Bewegungsbereich des Fahrzeuges erlauben und für den Einsatz unter rauen Fahrzeugbedingungen geeignet sind.

Eine besonders vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur automatischen Notbremsung zeigt die Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 eine potentielle Unfallsituation an einer Kreuzung mit einem stehenden und einem kreuzenden Fahrzeug;

Fig. 2 eine Auffahrsituation auf einem geraden Straßen-

abschnitt;

Fig. 3 Struktur einer Signalverarbeitung der automatischen Notbremsen.

In der Fig. 1 ist eine typische potentielle Unfallsituation in einem Kreuzungsbereich dargestellt, bei der ein fahrendes Fahrzeug 1 in die Gefahr einer Kollision mit einem jenseits der Kreuzung 7 stehenden Fahrzeug 2 und einem kreuzenden Fahrzeug 3 kommt. Dem stehenden Fahrzeug 2 kann der Fahrer des Fahrzeuges 1 aufgrund des großen Abstandes noch durch Lenkbewegungen entlang der Ausweichbahn 5 noch ausweichen, ohne daß es zu einer Kollision kommt. Hierzu ist zwischen dem stehenden Fahrzeug 2 und dem Fahrbahnrand 9 noch ausreichend Platz.

Bezüglich des kreuzenden Fahrzeuges 3 kann der Fahrer des Fahrzeuges 1 aber nicht ausweichen, wobei es egal ist, ob er entlang seiner ursprünglichen Fahrtrichtung 4 weiterfährt oder entlang der Ausweichbahn 5 ausweicht. Je nach dem Verhältnis der Geschwindigkeiten von Fahrzeug 1 und Fahrzeug 3 kommt es im Bereich des Kollisionspunktes 8 als ungefähre Schnittpunkt der Bewegungsrichtung 4 des Fahrzeuges 1 bzw. der Bewegungsrichtung 6 des Fahrzeuges 3 im Bereich des Kollisionspunktes 8 zu einer Kollision. In dieser Ausgangssituation ist die automatische Notbremsfunktion von großer Bedeutung, da durch sie der Schaden an den Fahrzeugen und Fahrern minimiert werden kann, wenn z. B. Fahrzeug 1 mit einer derartigen Funktion ausgestattet ist und mit größtmöglicher Verzögerung automatisch abgebremst wird.

In der Fig. 2 ist eine typische Auffahrsituation auf einer geraden Fahrbahn 10 dargestellt, bei der sich ein mit einer Anfangsgeschwindigkeit in Richtung des Pfeiles 16 bewegendes Fahrzeug 1 von hinten einem stehenden Fahrzeug 2 nähert. Im vorderen Bereich des Fahrzeuges 1 ist eine nur schematisch angedeutete Erfassungseinrichtung 12 angeordnet, die in einem durch seine Grenzen angedeuteten Erfassungsbereich 13 die Fahrbahn 10 auf Hindernisse absucht. Das stehende Fahrzeug 2 befindet sich innerhalb des Erfassungsbereiches 13, wobei in der dargestellten Situation das fahrende Fahrzeug 1 sich in einem Abstand 15 hinter dem stehenden Fahrzeug 2 befindet.

Erkennt nun der Fahrer des Fahrzeuges 1 rechtzeitig das Hindernis, so kann er durch Bremsen und/oder Lenken dafür sorgen, daß er sein Fahrzeug 1 entweder hinter dem Fahrzeug 2 zum Stehen bekommt oder entlang einer angedeuteten Ausweichbahn 14 ausweicht. Die in der Fig. 2 dargestellte Ausweichbahn 14 soll gerade den Grenzfall einer Ausweichbewegung darstellen, bei der das Fahrzeug 1 gerade noch dem Fahrzeug 2 ausweichen kann. Abhängig von der Geschwindigkeit des Fahrzeuges 1 in Richtung des Pfeiles 16 sowie dem Fahrbahnzustand und weiteren Einflußgrößen betreffend das Fahrzeug 1 wird nun abhängig auch vom Abstand 15 das Fahrzeug 1 noch rechtzeitig bremsen, ausreichend um das Fahrzeug 2 herumlenken werden können oder einer Kollision auch mit allen denkbaren Lenk- und Bremsbewegungen nicht mehr ausweichen können. Liegt der letzte Fall vor, so wird es aufgrund der Auswertung der Daten des Erfassungssystems 12 und der nicht weiter angegebenen Sensoren an dem Fahrzeug 1 von der Auswerteeinrichtung 12 erkannt und die automatische Notbremsung eingeleitet.

In der Fig. 3 ist in einer sehr schematisierten Darstellung der Ablauf der Entscheidung über die Auslösung der automatischen Notbremsfunktion dargestellt, wie sie in einer denkbaren Ausführungsform der Erfindung ablaufen kann. Hierzu werden die von der Erfassungseinrichtung 12 bereitgestellten Umgebungsdaten 17 sowie die Sensorsignale 19 der verschiedenen innerhalb des Fahrzeuges angeordneten Sensoren 18 in der Auswerteeinrichtung 20 zusammenge-

führt. Diese Daten werden im einfachsten Fall auf die Einhaltung eines ausreichenden Anhalteweges  $a > a_{\min}$  untersucht, in weiteren, auch alternativen Auswertungsschritten kann beispielsweise der Ausweichradius  $R$  überprüft werden. Sind beide Kriterien unterschritten, wird ein Auslösesignal 22 an die Verzögerungseinrichtung 21 abgegeben, das einerseits die von dem Bremspedal 23 des Fahrers kommenden Steuersignal übersteuert und zum anderen die höchste Verzögerung durch maximale Betätigung der Bremse hervorruft. Dieser Zustand bleibt bis zum Stillstand des Fahrzeuges 1 erhalten. Liegt hingegen keine Unterschreitung eines oder mehrerer Grenzwerte vor, so wird kein Auslösesignal 22 abgegeben und der Fahrer kann allein mit von seiner Bremse 23 abgegebenen Steuersignalen 24 und/oder nicht dargestellten Lenkbewegungen dem Hindernis ausweichen und wird dabei in keiner Weise beeinflusst oder gestört.

#### Bezugszeichenliste

1 sich bewegendes Fahrzeug	20
2 stehendes Fahrzeug	
3 kreuzendes Fahrzeug	
4 Bewegungsrichtung des sich bewegenden Fahrzeug	
5 Ausweichbahn	
6 Bewegungsrichtung des kreuzenden Fahrzeuges	25
7 Kreuzungsbereich	
8 Kollisionspunkt	
9 Fahrbahnrand	
10 Fahrbahn	
11 Mittelstreifen	30
12 Erfassungseinrichtung	
13 Erfassungsbereich	
14 Ausweichradius	
15 Anhalteweg/Fahrzeugabstand	
16 Bewegungsrichtung	35
17 Daten Erfassungseinrichtung	
18 Sensoren	
19 Daten Sensoren	
20 Auswerteeinrichtung	
21 Verzögerungseinrichtung	40
22 Auslöseimpuls Notbremsung	
23 Bremse Fahrer	
24 Steuersignal Bremspedal Fahrer	

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Notbremsung eines Fahrzeuges, bei dem ein an dem Fahrzeug vorgesehenes Erfassungssystem (12) laufend in oder nahe der Bewegungsrichtung (16) des Fahrzeuges (1) befindliche Hindernisse (2, 3) erfaßt und an eine Auswerteeinheit (20) weitermeldet, an dem Fahrzeug (1) oder einzelnen seiner Baugruppen angeordnete Sensoren (18) charakteristische Meßgrößen (19) des Fahrzeugzustandes laufend an die Auswerteeinheit (20) weitermelden, die Auswerteeinheit (20) aus den weitergemeldeten Daten (17) über die Hindernisse (2, 3) und den Meßgrößen (19) des Fahrzeugzustandes laufend Sollwerte zur Beeinflussung der Fahrzeugbewegung ermittelt, **dadurch gekennzeichnet**, daß erst bei Erreichen einer durch die Auswerteeinheit (29) festgestellten, fahrphysikalisch durch keine Fahrzeugbeeinflussung mittels Lenken und/oder Bremsen mehr zu umgehenden Kollision des Fahrzeuges (1) mit einem Hindernis (2, 3) eine automatische Notbremsung durch schnelle Verzögerung des Fahrzeuges (1) ausgelöst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

net, daß die fahrphysikalische Grenze für ein mögliches Ausweichen vor dem Hindernis (2, 3) und damit die Auslösung der Notbremsfunktion für vom Fahrer vornehmbare Brems- und/oder Lenkbewegungen bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vermeidung einer Kollision mit dem Hindernis (2, 3) durch Bremsen der Zeitpunkt, ab dem fahrphysikalisch eine Kollision nicht mehr zu umgehen ist, dann vorliegt, wenn der notwendige Anhalteweg (15) größer ist als der Abstand des Fahrzeuges (1) im wesentlichen in Bewegungsrichtung (16) von dem Hindernis (2, 3).

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei Umgehen des Hindernisses (2, 3) durch Lenkbewegungen der Zeitpunkt, ab dem fahrphysikalisch eine Kollision nicht mehr zu umgehen ist, dann vorliegt, wenn bei dem gemessenen Bewegungszustand des Fahrzeuges (1) der erforderliche Ausweichradius (14) zum Umgehen des Hindernisses (2, 3) kleiner als ein sich aus dem Bewegungszustand der Fahrzeuges (1) errechnender Ausweichradius ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Berechnung des Ausweichradius' (14) in jeder Fahrsituation anhand des Kamm'schen Kreises erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in die Berechnung des Fahrzeugzustandes aufgrund der Meßgrößen (19) der am Fahrzeug angeordneten Sensoren (18) auch der laufend ermittelte Kraftbeiwert bzgl. der Kraftübertragung zwischen Reifen des Fahrzeuges (1) und der Fahrbahn (10) eingeht.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerung des Fahrzeuges (1) durch Bremsen erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsung mit maximalem Bremsdruck erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß Verzögerung bis zum Stillstand des Fahrzeuges (1) erfolgt.

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerung nach dem Ansprechen der Notbremsfunktion unabhängig von Handlungen des Fahrers durch Lenkbewegungen und/oder Bremsen erfolgt.

11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach Erkennen eines kritischen Hindernisses (2, 3) und vor Auslösen der Notbremsfunktion das Erfassungssystem (12) im wesentlichen das Kollisionshindernis (2, 3) erfaßt.

12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren zur Notbremsung nur bei niedrigen bis mittleren Geschwindigkeiten des Fahrzeuges (1), vorzugsweise bei Geschwindigkeiten unterhalb von 120 km/h, eingesetzt wird.

13. Vorrichtung für die Durchführung des Verfahrens zur Notbremsung eines Fahrzeuges (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung ein unabhängig von der Bedienung durch den Fahrer ansteuerbares Bremssystem aufweist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Bremssystem eine geringe Ansprechverzögerung aufweist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung mit einem Antiblockiersystem und/oder einer elektronischen Blockiervorrichtung und/oder Fahrdynamikregelung kombiniert ist.

5

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung für die Erfassung des Bewegungszustandes des Fahrzeuges Sensoren (18) für die Erfassung von Lenkwinkel, Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder Fahrzeuggierwinkel aufweist.

10

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung Sensoren (18) und Auswerteeinrichtungen zur Bestimmung des Kraftbeiwertes  $\mu$  zwischen Straße und Reifen aufweist.

15

19. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren Erfassungseinrichtung (12) für die Umgebung vorzugsweise Radar- oder Lasersensoren sind.

20

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

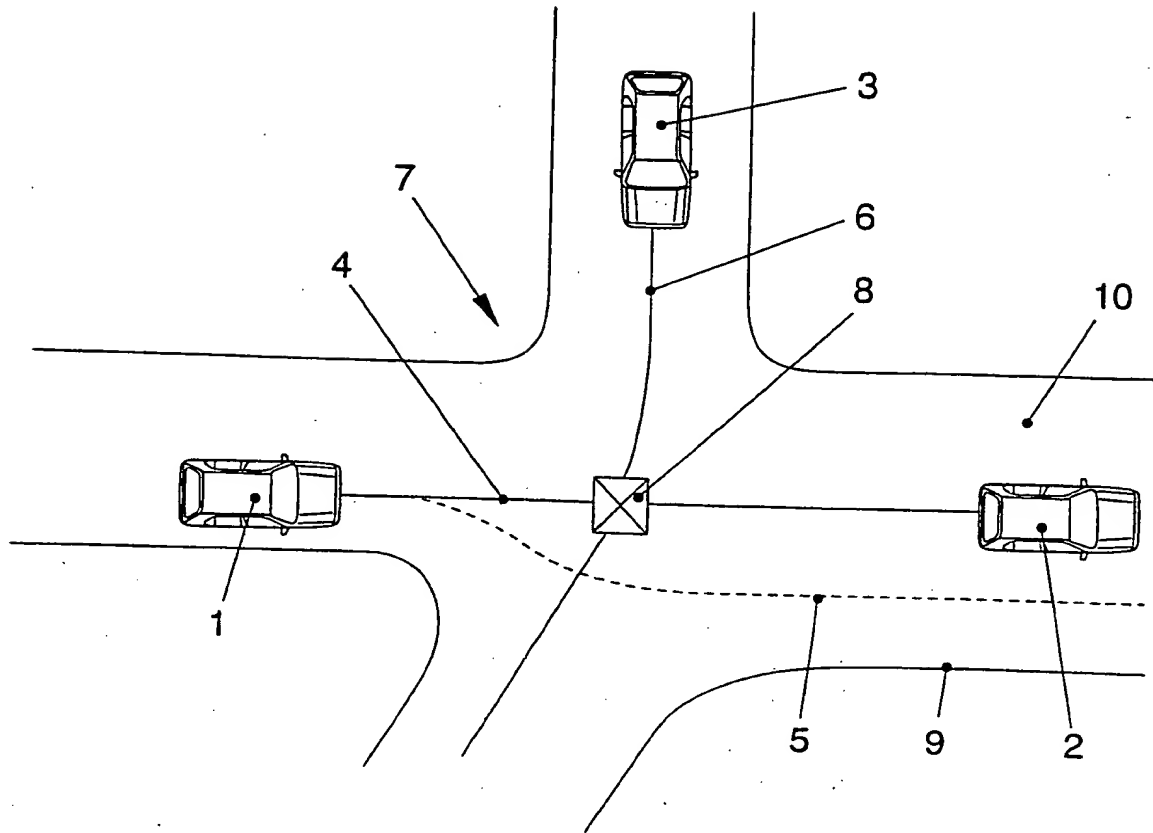


FIG. 1



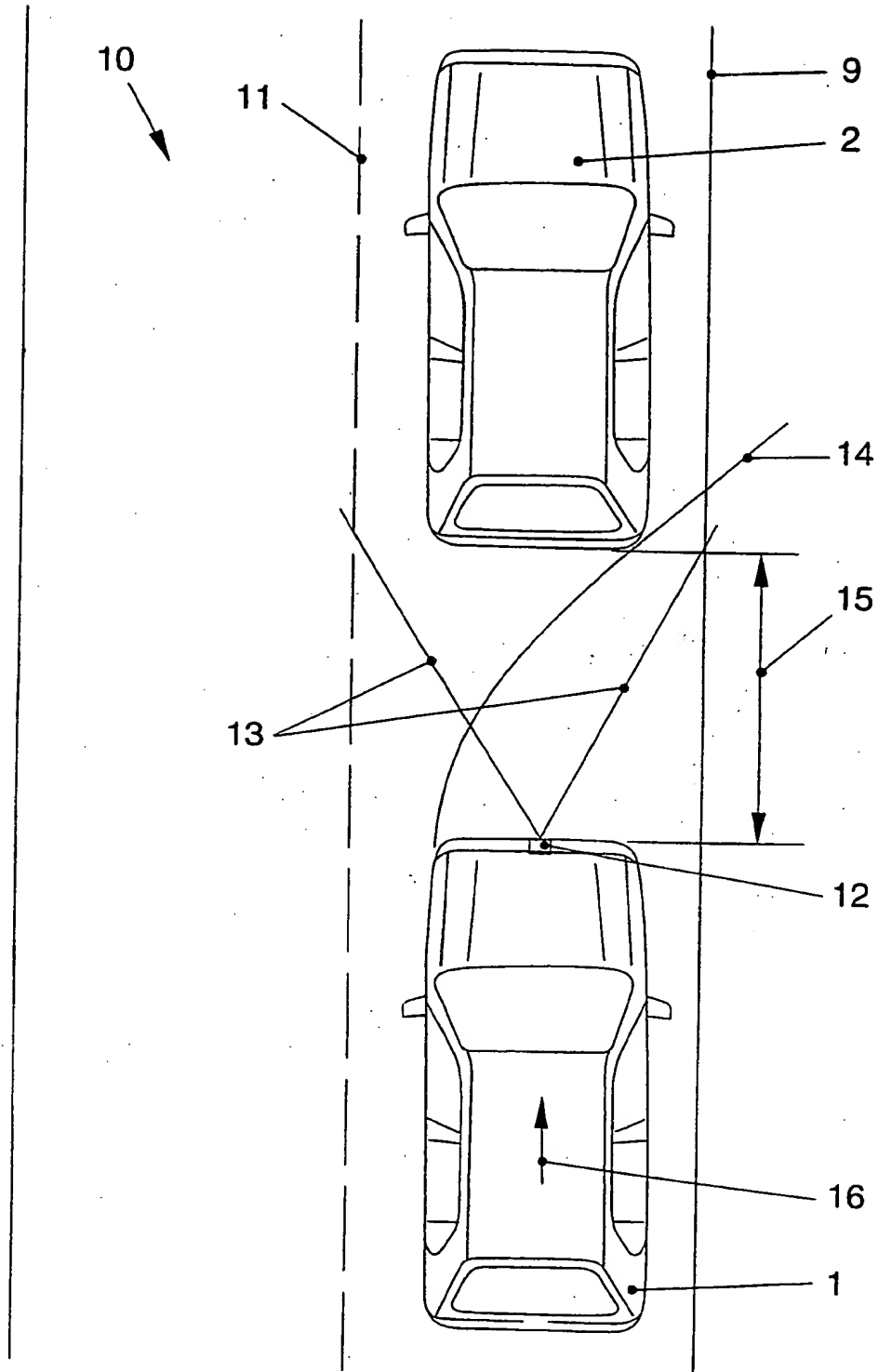


FIG. 2

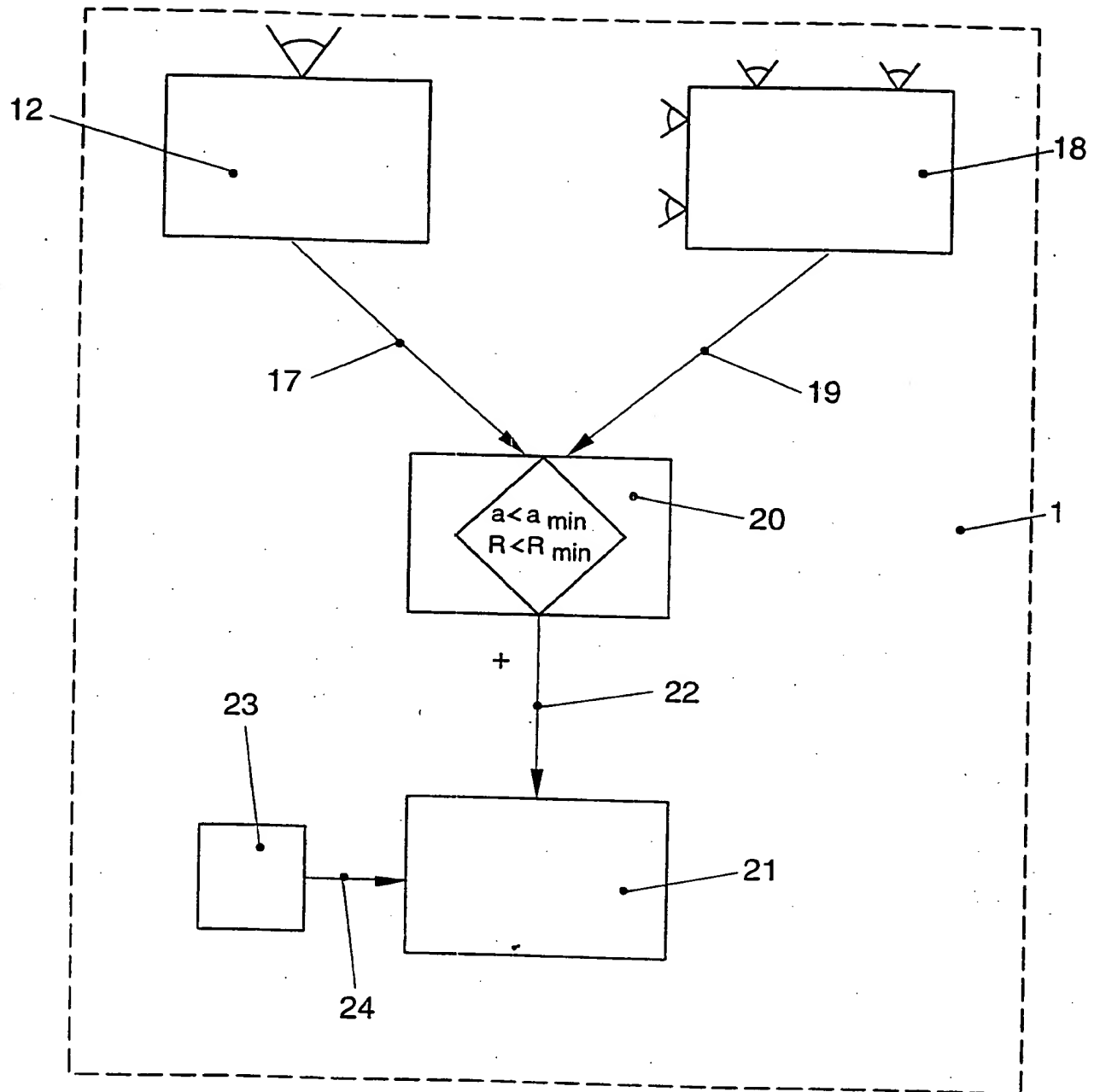


FIG. 3